



# **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE BIOL DE SEGUNDA GENERACIÓN DE ESTIÉRCOL DE OVINO PRODUCIDO A TRAVÉS DE BIODIGESTORES”**

**Presentado por:  
Alicia Margot Medina Valdiviezo**

**06 de Setiembre, 2013**

# INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes sintéticos viene amenazando la salud humana, la calidad del agua, el suelo y el aire.

Resulta evidente la necesidad de investigar y analizar tratamientos simples, rápidos y poco costosos mediante los cuales sea viable abordar este problema, de forma eficiente en cuanto a requerimientos y resultados, al exigir pocos recursos y generar valor agregado a los residuos sólidos manejados.

# OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de un abono orgánico líquido (biol) producido a partir del estiércol de los ovinos criados en los establos del Programa de Ovinos y Camélidos Americanos (POCA) - UNALM, mediante dos procesos consecutivos: la digestión anaerobia en biodigestores (Biol I-G) y la fermentación homoláctica sobre el biol obtenido (Biol II-G).

# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorear los procesos de producción de los abonos orgánicos en función a los tiempos y las características que estos requieran.
- Analizar los parámetros fisicoquímicos, metales pesados y microbiológicos de los bioles producidos como resultado de las metodologías aplicadas.
- Identificar los efectos fitotóxicos de la aplicación de los bioles en el proceso de germinación y el desarrollo de plántulas durante los primeros días de crecimiento en semillas de lechuga.

# METODOLOGÍA

## TRATAMIENTOS

ESTIÉRCOL FRESCO  
DE OVINO  
POCA - UNALM



BIOGÁS



Digestión Anaeróbica

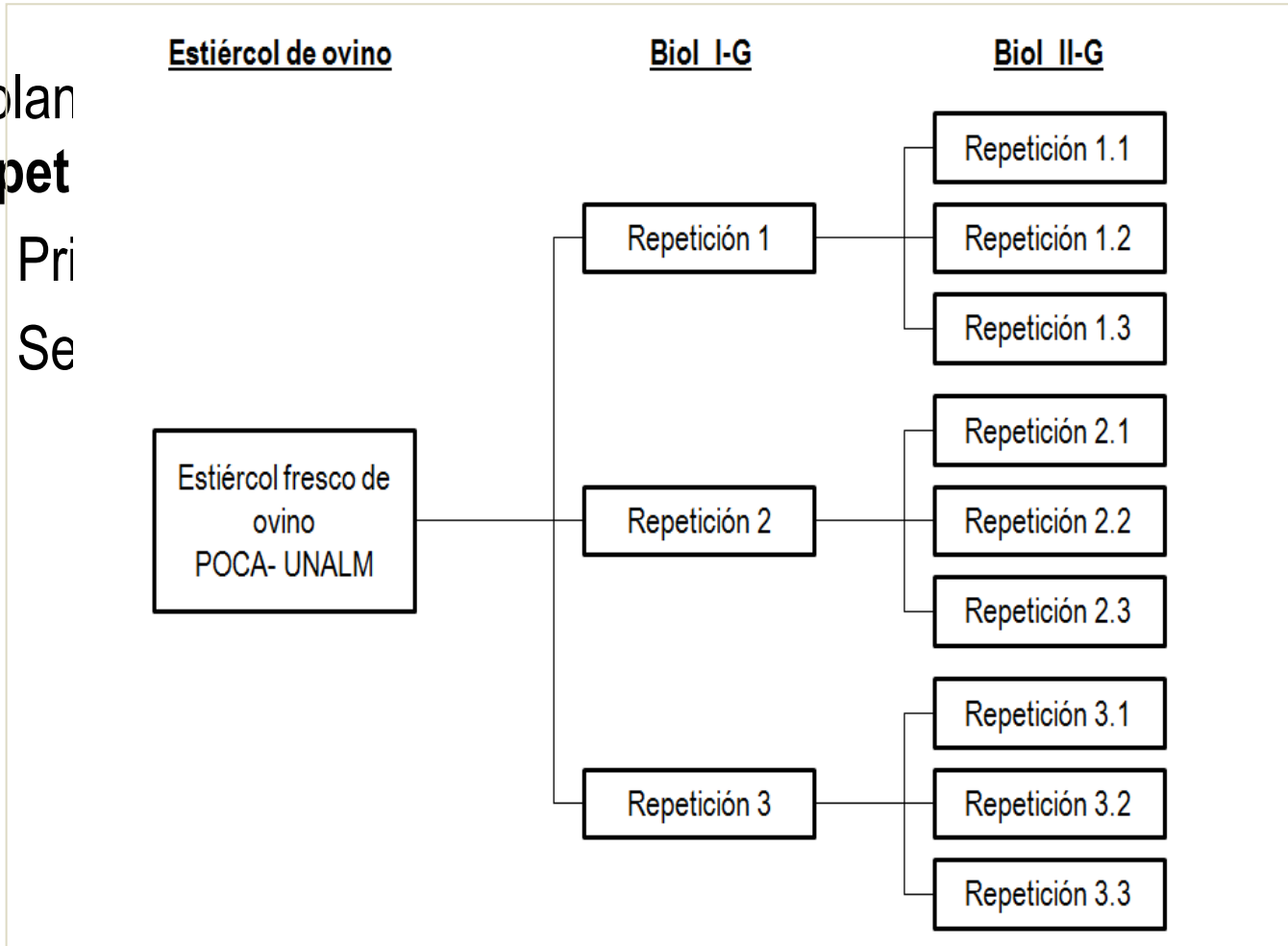


Fermentación homoláctica

# METODOLOGÍA

## DISEÑO EXPERIMENTAL

- Se plan
- 3 repet
- .Biol Pri
- .Biol Se



mentos y  
días.  
lías.

# METODOLOGÍA

## DISEÑO EXPERIMENTAL

- Se utilizaron 12 recipientes de plástico:
  - . (3) Biol Primera Generación, con capacidad **38 litros**.
  - . (9) Biol Segunda Generación, con capacidad **1 litro**.



**Biol I-G: Digestión Anaeróbica**

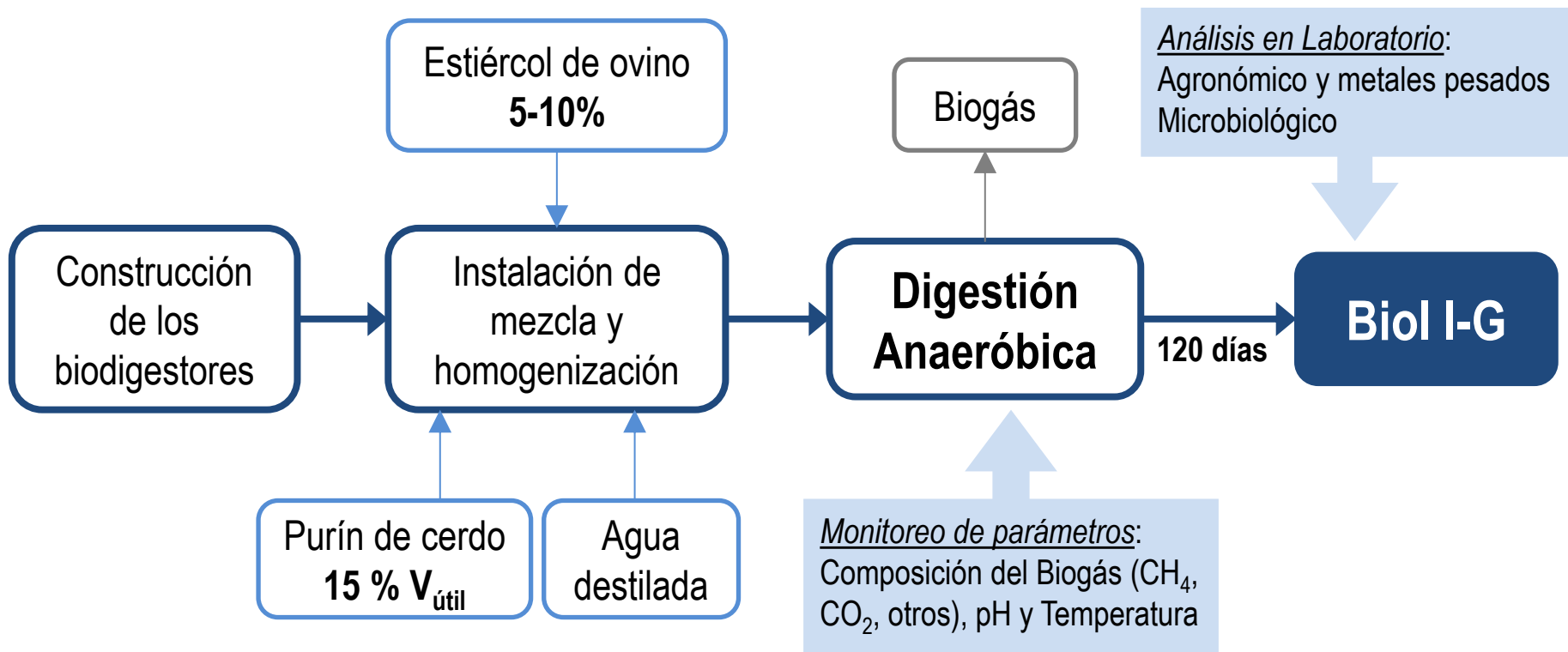


**Biol II-G: Fermentación homoláctica**

# METODOLOGÍA

## PROCEDIMIENTO

### 1. Elaboración de Biol de Primera Generación (I-G)

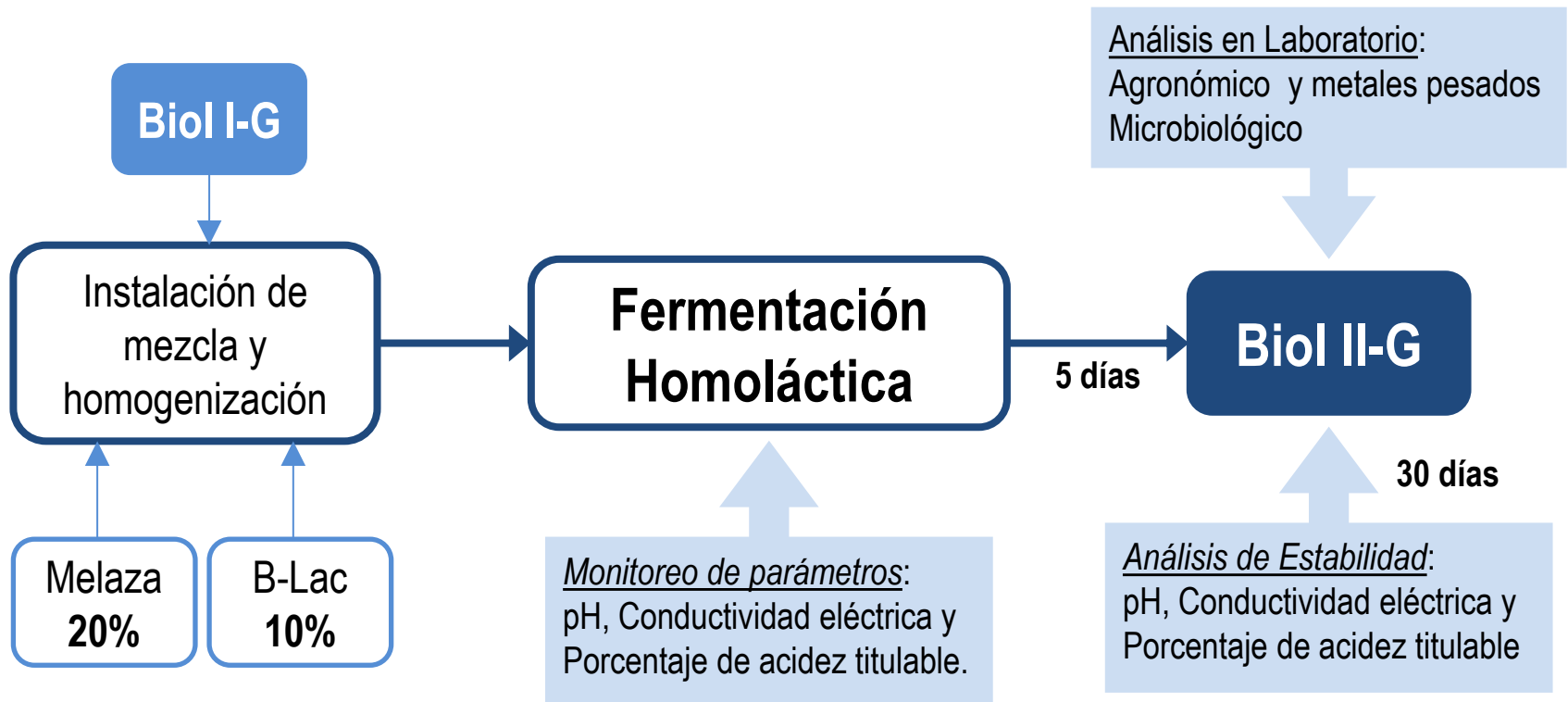




# METODOLOGÍA

## PROCEDIMIENTO

### 2. Elaboración de Biol de Segunda Generación (II-G)



# METODOLOGÍA

## PROCEDIMIENTO

### 3. Análisis fisicoquímico y microbiológico en Laboratorio

ANÁLISIS AGRONÓMICO	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
Parámetros	Metodología
Conductividad eléctrica	Potenciometría
Enumeración de coliformes totales	Conductimetría
Enumeración de coliformes fecales	Gravimetría
Detección de <i>Salmonella</i> sp. en 25 ml de agua	Walkley y Black ó Dicromato de potasio
Nitrógeno	Kjeldahl
Enumeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	Amarillo del vanadato
Fósforo	Espectrometría de absorción atómica
Potasio, calcio, magnesio y sodio	Espectrometría de absorción atómica
ANÁLISIS DE METALES PESADOS	
Plomo, cadmio y cromo	Espectrometría de absorción atómica

Fuente: Laboratorio de Agua, Suelo, Plantas y Fertilizantes, Facultad de Agronomía – UNALM (2012).

# METODOLOGÍA

## PROCEDIMIENTO

### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga

<b>CONDICIONES PARA EL ENSAYO</b>	
<b>Tipo de ensayo</b>	Estático
<b>Temperatura</b>	20 ± 2 °C
<b>Calidad de luz</b>	Oscuridad
<b>Volumen de la solución de prueba</b>	4 ml
<b>Agua de dilución</b>	Agua destilada
<b>Número de semillas por réplica</b>	20
<b>Número de réplicas</b>	3
<b>Duración de la prueba</b>	120 horas
<b>Efecto medido</b>	Inhibición en la germinación Inhibición en la elongación de la radícula e hipocotilo
<b>Aceptabilidad de los resultados</b>	Germinación > 90% en el control

Fuente: Tiquia (2000) citado por Varnero et al. (2007).

# METODOLOGÍA

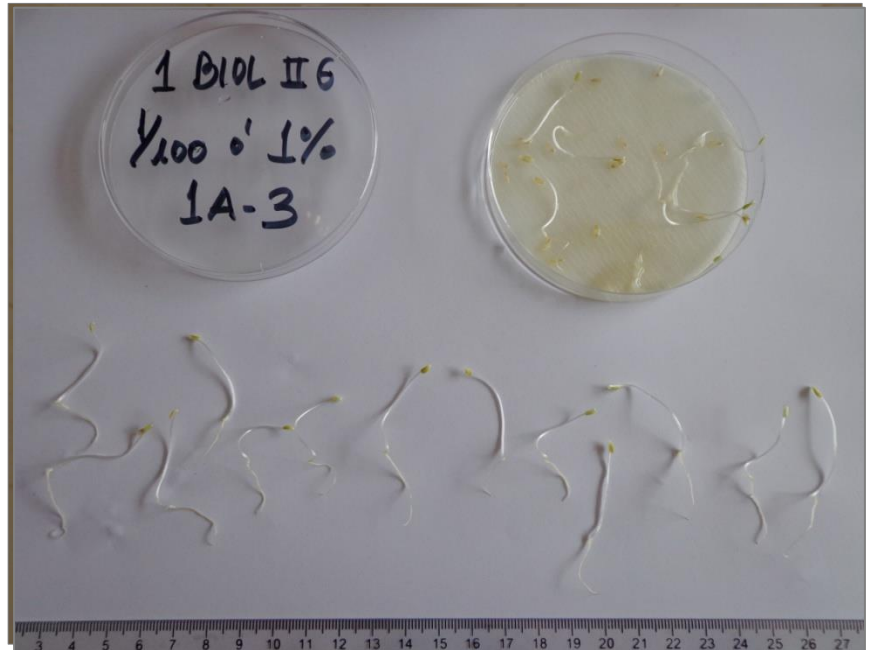
## PROCEDIMIENTO

### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga

TRATAMIENTOS EVALUADOS
T0 : Control negativo (Agua destilada)
T1 : Control positivo (Biol puro – 100 %)
T2 : Dilución del biol al 10: 100 (10 %)
T3 : Dilución del biol al 1:100 (1 %)
T4 : Dilución del biol al 0.1:100 (0.1 %)
T5 : Dilución del biol al 0.01:100 (0.01 %)

Transcurridos los **días de evaluación** se procedió a realizar:

- Conteo de las **semillas germinadas**.
- Medición de la **longitud de la radícula e hipocotilo** de cada semilla germinada en cada tratamiento, haciendo uso de una regla milimetrada.



# METODOLOGÍA

## PROCEDIMIENTO

### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga

Posteriormente, se realizó el cálculo del **Índice de Germinación (IG)** para lo cual también se calculó el **Porcentaje de Germinación Relativo (PGR)** y el **Crecimiento Relativo de la Radícula (CRR)** de cada tratamiento teniendo al tratamiento control como testigo:.

$$PRG = \frac{N^{\circ} \text{ de Semillas germinadas en el extracto} \times 100}{N^{\circ} \text{ de Semillas germinadas en el testigo}}$$

$$CRR = \frac{\text{Elongación de radículas en el extracto} \times 100}{\text{Elongación de radículas en el testigo}}$$

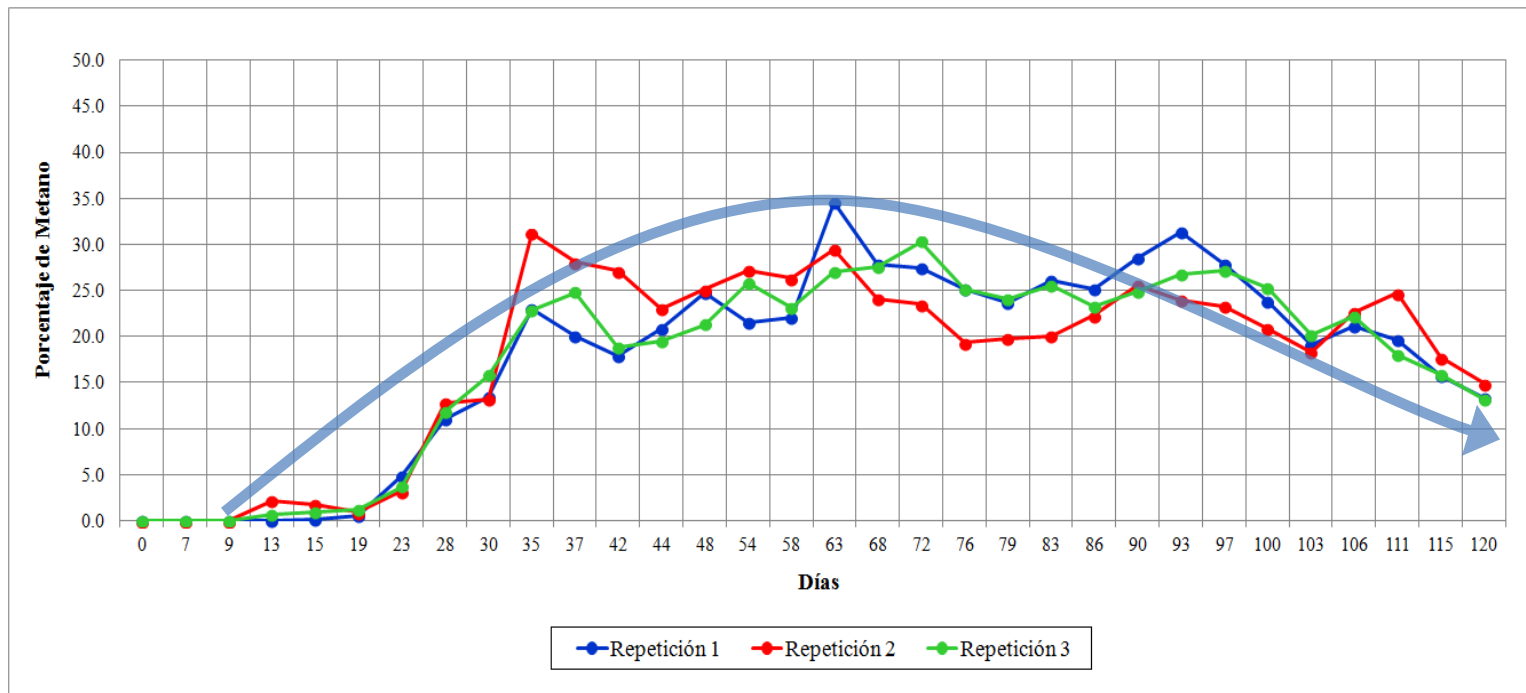
$$IG = \frac{PRG \times CRR}{100}$$

# RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

### 1. Proceso de Biodigestión Anaeróbica

Variación del CH<sub>4</sub> en el biogás de los biodigestores I-G.

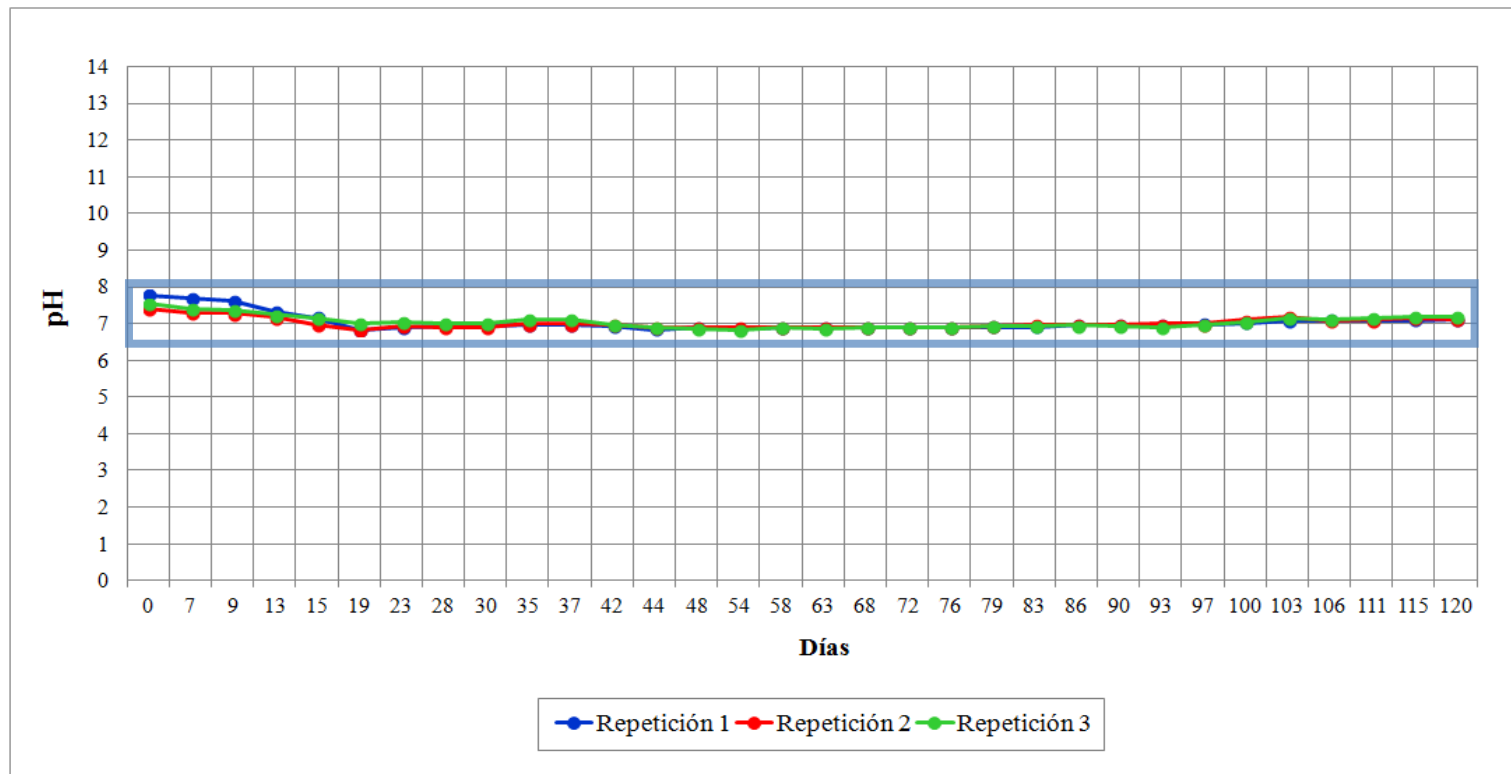


# RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

### 1. Proceso de Biodigestión Anaeróbica

Variación del pH en la fase líquida de los biodigestores I-G.

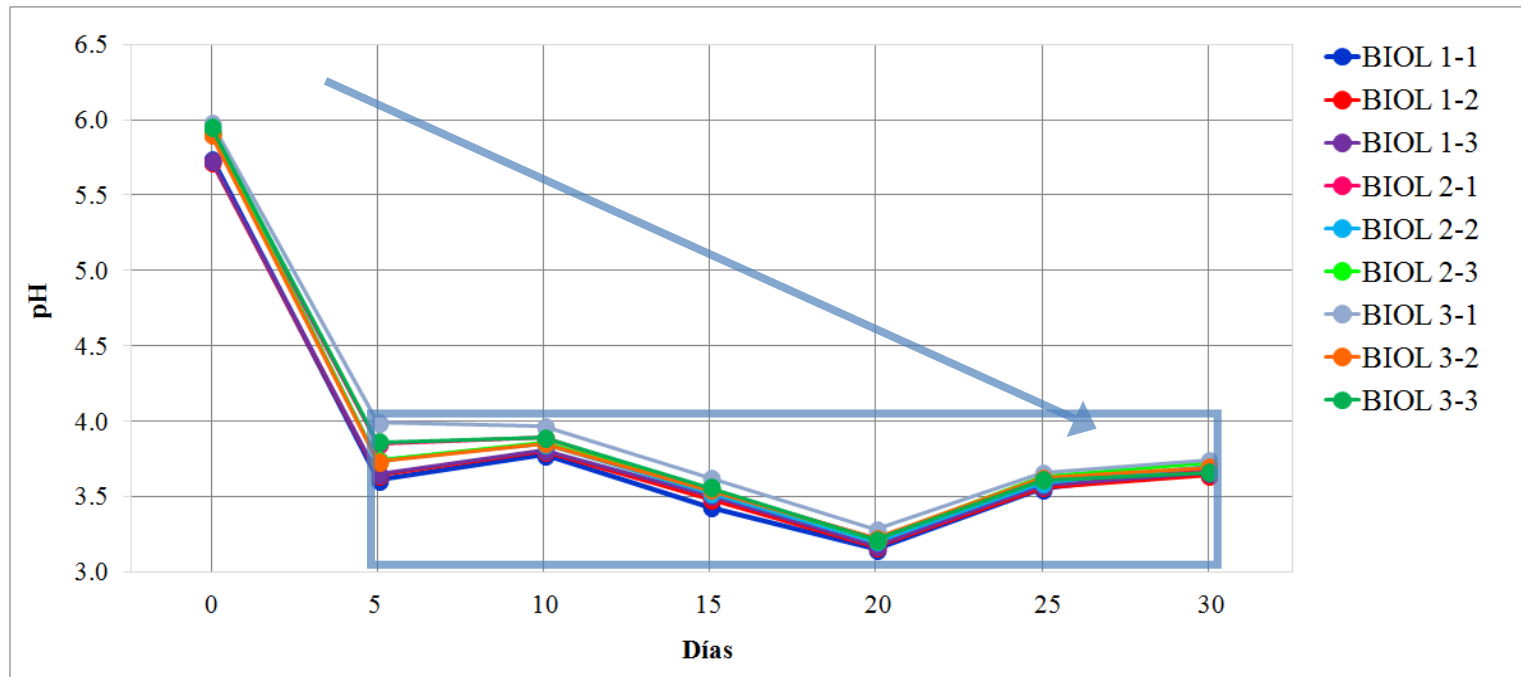


# RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN

### 2. Proceso de Fermentación Homoláctica

Variación del pH de los cultivos de *Lactobacillus* durante la fermentación homoláctica..



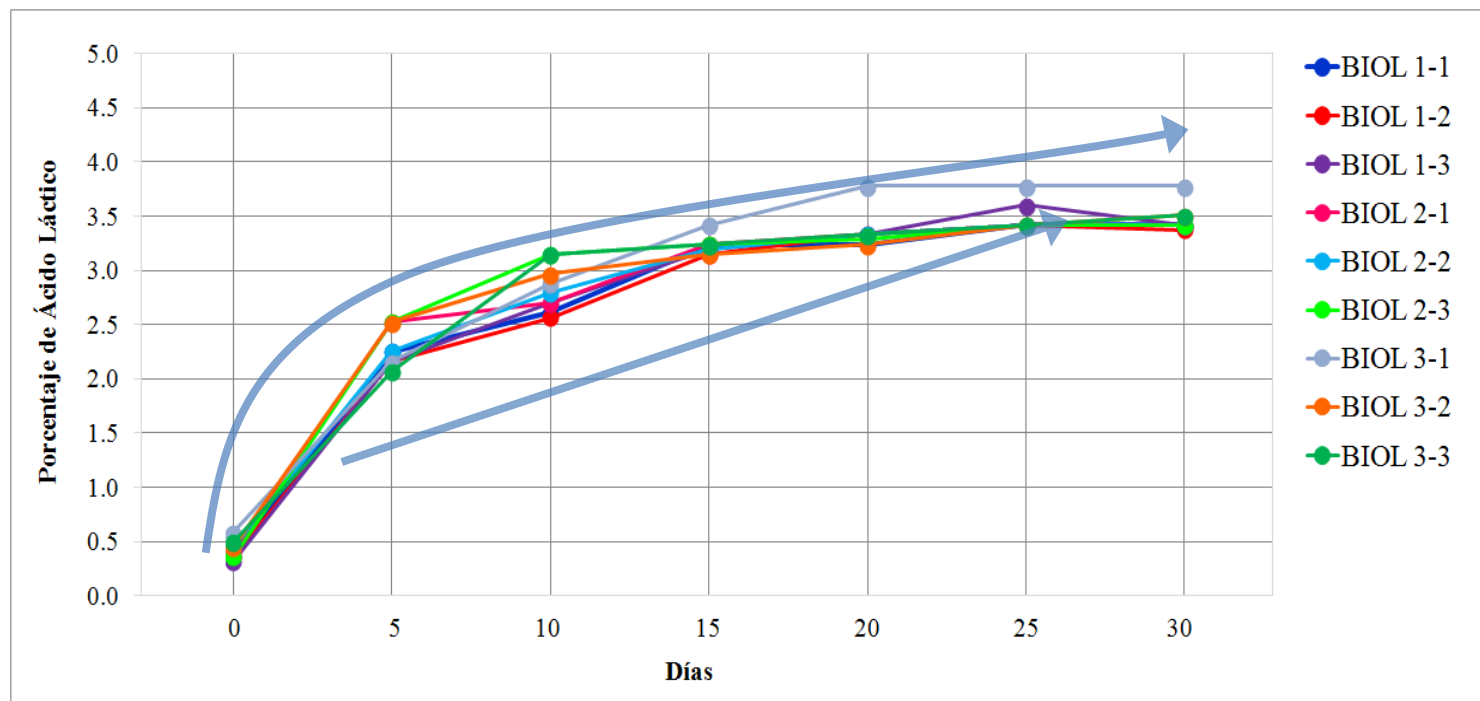


# RESULTADOS

## EVALUACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN

### 3. Proceso de Fermentación Homoláctica

Variación del **Porcentaje de Acido Láctico** en los **Procesos de Fermentación Homoláctica**.




# RESULTADOS

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

### 1. Análisis Físico-Químico

Disminución de 4 unidades de pH



PARÁMETRO	UNIDAD	BIOL I - G	BIOL II-G
pH	---	7.23	3.66
M.O. en solución	g/L	3.10	108.59
C Orgánico	g/L	1.80	62.99
N Total	mg/L	321.07	1876.00
P Total	mg/L	55.37	203.40
K Total	mg/L	1993.33	9005.56
Ca Total	mg/L	600.67	1523.06
Mg Total	mg/L	243.33	1044.44
Na Total	mg/L	560.00	590.83

Aumento considerable de las concentraciones



# RESULTADOS

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

### 1. Análisis Físico-Químico

PARÁMETRO	BIOL Casa Blanca (estiércol de cuy)	BIOL La Calera (gallinaza)	BIOL Ciudad Saludable (estiércol de porcino)	BIOL Fast 20 (estiércol de vacuno)	BIOL II-G (estiércol de ovino)
pH	8.20	7.20	7.89	3.75	3.70
Conductividad eléctrica (dS/m)	15.30	21.30	19.28	25.70	27.20
M.O. en solución (g/L)	5.40	17.20	5.28	181.10	108.60
N Total (mg/L)	980.00	1700.00	1876.00	4200.00	1876.00
P Total (mg/L)	121.00	3800.00	71.20	744.20	203.40
K Total (mg/L)	6760.00	5200.00	1940.00	17200.00	9005.60
Ca Total (mg/L)	220.40	3500.00	104.80	5200.00	1523.10
Mg Total (mg/L)	53.40	1200.00	27.60	1740.00	1044.40
Na Total (mg/L)	542.00	---	3400.00	1040.00	590.80



# RESULTADOS

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

### 2. Análisis de Metales Pesados (Pb, Cd y Cr)

PARÁMETRO	UNIDAD	BIOL I - G	BIOL II-G
Plomo	mg/L	0.329	4.41
Cadmio	mg/L	0.000	0.766
Cromo	mg/L	0.073	0.572

Aumento de concentraciones



# RESULTADOS

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

### 2. Análisis de Metales Pesados (Pb, Cd y Cr)

País	Especificaciones	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Pb (mg/kg)
	BIOL I-G	0.0	0.13	0.58
	BIOL II-G	1.34	1.00	7.71
Austria	Compost de clase A+	0.7	70	45
	Compost de clase A	1	70	120
	Compost de clase B	3	250	200
Bélgica		1.5	70	120
Dinamarca		0.4	---	120
Finlandia		3	---	150
Holanda	Compost	1	50	100
	<i>Very Clean Compost</i>	0.7	50	65
España	Fertilizante orgánico - Clase A	0.7	70	45
	Fertilizante orgánico - Clase B	2	250	150
	Fertilizante orgánico - Clase C	3	300	200
Chile	Compost - Clase A	2	120	100
USA	Compost - Grado AA	10	600	150
	Compost - Grado A	39	1200	300

# RESULTADOS

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

### 3. Análisis Microbiológico

PARÁMETRO	Estiércol de ovino fresco	BIOL I - G	BIOL II-G
Coliformes Totales (NMP/mL)	$5.9 \times 10^2$	$1.5 \times 10$	< 3
Coliformes Fecales (NMP/mL)	$1.0 \times 10$	4.0	< 3
<i>Staphylococcus</i> (NMP/mL)	< 3	< 3	< 3
<i>Salmonella sp.</i> (en 25 mL)	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: El valor < 3 indica ausencia de microorganismo en el ensayo.

Inhibición parcial  
Inhibición total



Fuente: Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso”, 2013.

# RESULTADOS

## ENSAYO DE FITOTOXICIDAD

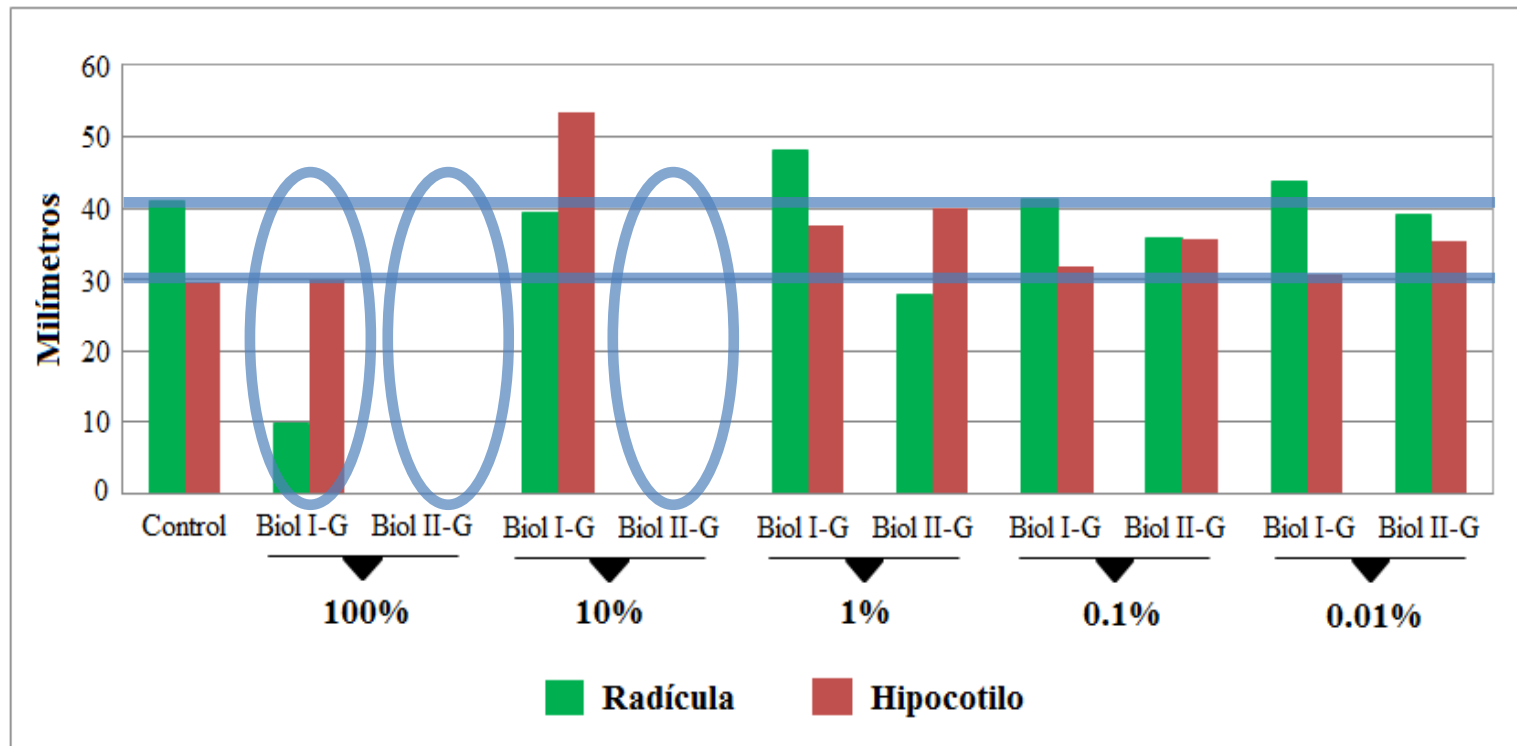
### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga

Concentración del Biol	N° de Semillas Germinadas	PGR (%)
Control (0%)	20	---
<b>BIOL I-G</b>		
100%	19.4	97.2
10%	19.9	99.5
1%	19.8	98.9
0.1%	20.0	100.0
0.01%	19.9	99.4
<b>BIOL II-G</b>		
100%	0	0
10%	0	0
1%	19.8	98.9
0.1%	19.6	98.0
0.01%	19.8	98.9

# RESULTADOS

## ENSAYO DE FITOTOXICIDAD

### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga





# RESULTADOS

## ENSAYO DE FITOTOXICIDAD

### 4. Ensayo de Fitotoxicidad en Semillas de Lechuga

Concentración del Biol	PGR (%)	CRR (%)	IG (%)
<b>BIOL I-G</b>			
100%	97.2	24.23	23.56
10%	99.5	95.98	95.50
1%	98.9	117.26	115.95
0.1%	100.0	100.77	100.77
0.01%	99.4	107.04	106.44
<b>BIOL II-G</b>			
100%	0	0	0
10%	0	0	0
1%	98.9	67.82	67.07
0.1%	98.0	87.57	85.79
0.01%	98.9	95.81	94.75



# CONCLUSIONES

- El estiércol de ovino es un residuo de las actividades agropecuarias con alto potencial de ser aprovechado como abono orgánico, al ser utilizado como materia prima en los procesos de biodigestión anaeróbica (Biol I-G) y de fermentación láctica (Biol II-G), procesos mediante los cuales se mejoran las concentraciones de sus nutrientes.
- El proceso de producción del Biol I-G se caracteriza por un largo tiempo de retención (a nivel de meses) y una variación de pH entre los valores 6.8–7.8. Por el contrario, el tiempo de retención para la producción del Biol II-G es de 5 días y la variación del pH es más amplia hasta alcanzar valores muy ácidos.

# CONCLUSIONES

- El nivel de acidez alcanzado por el Biol II-G, alrededor de 3.5, se debe a la generación de ácido láctico por parte del consorcio microbiano B-Lac durante el proceso de fermentación láctica. Esta acidez se mantiene estable al haber transcurrido 30 días de iniciado el proceso.
- Las concentraciones de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del Biol II-G son más altas que las que presenta el Biol I-G e incluso mayores que las de bioles generados a partir de otros residuos agropecuarios como la gallinaza, el estiércol de cuy y el estiércol de porcino.
- Las concentraciones de metales pesados (Cd, Cr y Pb) en los bioles cumplen en general los límites máximos permitidos establecidos en las principales normativas establecidas a nivel mundial.

# CONCLUSIONES

- Los análisis microbiológicos realizados al Biol I-G evidencian que el proceso de biodigestión anaeróbica no terminó con los patógenos presentes en el estiércol fresco de ovino. Así también, demuestran que el Biol II-G es un producto inocuo, que debido a su nivel de acidez está libre de microorganismos patógenos, y cuyo uso no implicaría riesgos a la salud de las personas, la calidad del suelo y de cultivos.
- El ensayo de fitotoxicidad en semillas de lechuga demostró que el uso puro o en concentraciones muy altas de los bioles o bien inhiben la germinación de las semillas o limitan el crecimiento de la radícula en estas. Para el Biol I-G, se encontró que la dosis óptima es la dilución al 1%; mientras que en el caso del Biol II-G, la dosis óptima es la dilución al 0.01%.

# RECOMENDACIONES

- Evaluar la capacidad agronómica de los bioles I-G y II-G, efectuando pruebas de germinación con plantas de jardín y compararlo con abonos del mercado que tengan un alcance similar al de los producidos para la presente investigación.
- Efectuar estudios sobre el uso del Biol II-G como abono orgánico sobre cultivos, en base a las consideraciones de su aplicación agronómica, según el cultivo y sus necesidades de los nutrientes.

# RECOMENDACIONES

- Evaluar la factibilidad técnico – económica de producir abono orgánico líquido a partir del estiércol de ganado ovino a mayor escala.
- Evaluar la posibilidad de producir abono orgánico líquido a partir del estiércol de ganado ovino mezclado con otros residuos de la ganadería, tales como: deyecciones de otros rumiantes, rastrojos, etc.

**GRACIAS**